

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-298306

(43) 公開日 平成8年(1996)11月12日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 23/50			H 0 1 L 23/50	K A

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平7-103461	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22) 出願日	平成7年(1995)4月27日	(72) 発明者	岩谷 昭彦 東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株 式会社日立製作所半導体事業部内
		(72) 発明者	増田 正親 東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株 式会社日立製作所半導体事業部内
		(74) 代理人	弁理士 秋田 収喜

(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその製造に用いるリードフレームならびにリードフレームの製造方法

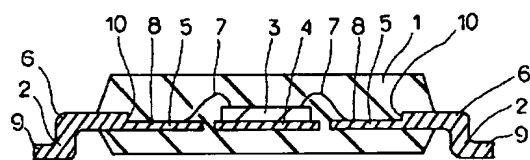
(57) 【要約】

【目的】 リードピッチの狭小化および多ピン化。

【構成】 パッケージと、前記パッケージの内部に位置する半導体チップと、前記パッケージの内外に亘って延在するインナーリードとアウターリードとからなるリードと、前記リードの内端と前記半導体チップの電極を電氣的に接続する接続手段とを有する半導体装置であって、前記パッケージの内部に延在するインナーリードの少なくとも内端部分はパッケージの外部のアウターリードの厚さよりも薄くなっている。前記インナーリードの内端リードピッチは前記アウターリードの厚さにおけるリードピッチ加工限界値よりも小さくなっている。

【効果】 リード数を多くしてもインナーリードは狭ピッチ化できるため、アウターリードも最小値のリードピッチとすることができ、半導体装置の多ピン化、リード狭ピッチ化が達成できる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 パッケージと、前記パッケージの内部に位置する半導体チップと、前記パッケージの内外に亘って延在するインナーリードとアウターリードとからなるリードと、前記リードの内端と前記半導体チップの電極を電気的に接続する接続手段とを有する半導体装置であって、前記パッケージの内部に延在するインナーリードの少なくとも内端部分はパッケージの外部のアウターリードの厚さよりも薄くなっていることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 前記パッケージ内のインナーリードの内端側は薄板部となり、外端側は厚板部となっていることを特徴とする請求項1記載の半導体装置。

【請求項3】 前記インナーリードの内端リードピッチは前記アウターリードの厚さにおけるリードピッチ加工限界値よりも小さくなっていることを特徴とする請求項1記載の半導体装置。

【請求項4】 金属板の打ち抜きによって形成されたインナーリードとアウターリードとからなるリードやリードを連結する枠等を有するリードフレームであって、前記インナーリードの少なくとも内端部分はアウターリードの板厚よりも薄くなっていることを特徴とするリードフレーム。

【請求項5】 前記インナーリードの少なくとも内端部分のリードピッチはアウターリードの厚さにおけるリードピッチ加工限界値よりも小さくなっていることを特徴とする請求項3記載のリードフレーム。

【請求項6】 少なくともアウターリードを連結する枠部分の厚さはアウターリードと同じ厚さとなっていることを特徴とする請求項3または請求項4記載のリードフレーム。

【請求項7】 金属板を所望パターンに打ち抜いてインナーリードとアウターリードとからなるリードやリードを連結する枠等を有するリードフレームの製造方法であって、前記金属板のインナーリード形成領域全体を薄板化して薄板部を形成する工程と、前記薄板部を薄板部の周囲の厚板部では打ち抜き不可能な狭ピッチで打ち抜いてインナーリード部分を形成する工程と、前記厚板部を打ち抜いてアウターリード部分を形成する工程とを有することを特徴とするリードフレームの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体装置およびその製造に用いるリードフレームならびにリードフレームの製造方法に関し、特にリードピッチが狭い半導体装置の製造技術に適用して有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】IC、LSI等半導体装置は、高機能、高集積化から入出力端子（リード、ピンと呼ばれている）はより多くなっている。

【0003】半導体装置の製造に使用されるリードフレームは、プレス加工やエッチング加工によって形成される。

【0004】リードフレームの加工については、たとえば、日経BP社発行「日経マイクロデバイス」1988年8月号、同年8月1日発行、P54～P60に記載されている。この文献には、リードフレームのプレス限界について記載されている。この文献には、「プレス加工したリードフレームは、基本的に薄板に多数の細いスロットを開けて残った残骸である。微細なリードの加工は、どこまで細いスロットが打ち抜けるか、どこまで細いリードを残せるかにかかっている。この加工限界は、打ち抜きの際にパンチの刃先にかかる圧縮応力にどこまで刃が耐えられるかで決まる。厚さ0.15mmのリードフレームで、スロット幅、リード幅ともに0.1mm（ピン密度5本/mm）が、現状の物理的の加工限界である。」と記載されている。また、「QFPのリードフレームの代表例である42合金（Fe-Ni系）製、厚さ0.15mmの場合、スロット幅が0.2mmより狭くなるあたりから圧縮応力は徐々に増え、0.1mm以下では急増する。0.1mmで約200kg/mm²を超える。」旨記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】リードフレームの打ち抜き加工においては、たとえば、リードピッチは板厚の80%程度が、量産における最小の加工寸法である。したがって、汎用的に用いられている板厚のリードフレーム素材を用いるならば、おのずとリードピッチの最小値は決定されてしまう。

【0006】リード狭ピッチの加工を実現するためには、板厚の薄いリードフレーム素材を用いれば良い。しかし、従来の板厚よりも薄いリードフレーム素材を使用すると、下記の不都合が発生することが判明した。

【0007】（1）モールド工程、切断・成形工程等で使用する治工具の共用ができない。

【0008】（2）汎用性の無いリードフレーム素材はコストが高い。

【0009】（3）板厚の薄いリードフレームは機械的強度が弱く、取扱性が悪い。

【0010】一方、本発明者は、リードフレームのパターンを再検討した結果、要請されているリードピッチの狭小化は、半導体装置のパッケージ内においてのみ狭小化すれば良い場合が多いことに気が付いた。すなわち、パッケージの外に並ぶリード（アウターリード）のピッチは、使用するリードフレーム素材の板厚によって最小値は決まる。しかし、リード数が多くなると、インナーリードの引回しからアウターリードのピッチは、プレス加工限界による最小リードピッチとはならず、リードピッチは大きくなってしまふ。

【0011】また、リードフレームの厚さが決まれば、

リード（アウターリード）の最小リードピッチも決まってしまう。

【0012】そこで、本発明者はインナーリードの内端側を薄くすることを思い付き本発明をなした。

【0013】本発明の目的は、リードピッチの狭小化、多ピン化が達成できる半導体装置を提供することにある。

【0014】本発明の他の目的は、リードピッチの狭小化、多ピン化が達成できるリードフレームおよびその製造方法を提供することにある。

【0015】本発明の前記ならびにそのほかの目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面からあきらかになるであろう。

【0016】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

【0017】（1）パッケージと、前記パッケージの内部に位置する半導体チップと、前記パッケージの内外に亘って延在するインナーリードとアウターリードとからなるリードと、前記リードの内端と前記半導体チップの電極を電気的に接続する接続手段とを有する半導体装置であって、前記パッケージの内部に延在するインナーリードの少なくとも内端部分はパッケージの外部のアウターリードの厚さよりも薄くなっている。前記パッケージ内のインナーリードの内端側は薄板部となり、外端側は厚板部となっている。前記インナーリードの内端リードピッチは前記アウターリードの厚さにおけるリードピッチ加工限界値よりも小さくなっている。

【0018】（2）金属板の打ち抜きによって形成されたインナーリードとアウターリードとからなるリードやリードを連結する枠等を有するリードフレームであって、前記インナーリードの少なくとも内端部分はアウターリードの板厚よりも薄くなっている。前記インナーリードの少なくとも内端部分のリードピッチはアウターリードの厚さにおけるリードピッチ加工限界値よりも小さくなっている。また、少なくともアウターリードを連結する枠部分の厚さはアウターリードと同じ厚さとなっている。

【0019】（3）金属板を所望パターンに打ち抜いてインナーリードとアウターリードとからなるリードやリードを連結する枠等を有するリードフレームの製造方法であって、前記金属板のインナーリード形成領域全体を押し潰して薄板部を形成する工程と、前記薄板部を薄板部の周囲の厚板部では打ち抜き不可能な狭ピッチで打ち抜いてインナーリード部分を形成する工程と、前記厚板部を打ち抜いてアウターリード部分を形成する工程とを有する。

【0020】

【作用】前記（1）の手段によれば、インナーリードの

先端のリードピッチは、アウターリードでは形成できない狭いリードピッチとなっていることから、リード数を多くしてもインナーリードは狭ピッチ化できる。また、必要によりアウターリードもより狭ピッチ化できる。この結果、半導体装置の多ピン、リード狭ピッチ化が達成できる。

【0021】また、狭ピッチ化によってインナーリードの内端を薄くしても、前記パッケージ内のインナーリードの外端側は厚板部となっていることから、パッケージから突出するアウターリードの機械的強度が高くなる。

【0022】前記（2）の手段によれば、半導体装置製造用のリードフレームにおいて、インナーリードのリードピッチは、アウターリードでは形成できない狭いリードピッチとなっていることから、リード数を多くしてもインナーリードは狭ピッチ化できるため、アウターリードも最小値のリードピッチとすることができる。したがって、半導体装置の多ピン化、リード狭ピッチ化が達成できる。

【0023】また、リードフレームのアウターリードおよび枠部分は厚くても良く、従来多用されている厚さにできるため、モールド工程、切断・成形工程等で使用する治工具の共用ができ、半導体装置の製造コストの低減が図れる。

【0024】また、リードフレームのアウターリードおよび枠部分は厚くても良く、汎用性の高いリードフレーム素材の使用が可能となり、半導体装置の製造コストの低減が達成できる。

【0025】また、インナーリードの狭ピッチ化を図っても、リードフレームのアウターリードおよび枠部分は厚くでき、リードフレームの機械的強度が高くなり、取扱性が良くなる。

【0026】前記（3）の手段によれば、金属板のインナーリード形成部分を押し潰して薄板部とした後インナーリードを形成するため、素材のままでは厚くて打ち抜くことができないスロット幅でインナーリードを形成でき、リードピッチの狭小化および多ピン化に適用できるリードフレームを製造できる。

【0027】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

【0028】なお、実施例を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

【0029】図1は本発明の一実施例である半導体装置の断面図、図2は同じく一部の平面的説明図である。半導体装置は、外観的にはレジンで形成されたパッケージ1と、このパッケージ1の周囲から突出する複数の入出力端子（リード）2とからなっている。

【0030】前記パッケージ1の内部には、半導体チップ3が位置している。この半導体チップ3は支持板4に

固定されている。前記リード2はパッケージ1の内外に亘って延在している。パッケージ1の内側部分のリード2はインナーリード5と称され、パッケージ1の外側のリード2はアウターリード6と称されている。

【0031】前記インナーリード5の内端と半導体チップ3の図示しない電極は、接続手段、たとえば、導電性のワイヤ7で電気的に接続されている。また、アウターリード6はガルウィング型となっている。

【0032】本実施例の半導体装置は、図1に示すように、インナーリード5の多くの部分、少なくとも内端部分の板厚は、アウターリード6の板厚よりも薄く形成されている。薄板部8と、その外側の厚い板部分（厚板部9）との段差10は、パッケージ1内に位置している。これによって、パッケージ1の外には薄板部分は突出せず、厚板部分しか突出しないので、パッケージの外に突出するアウターリード6の機械的強度が低下しなくなる。

【0033】また、図2に示すように、インナーリード5の内端部分のリードピッチaは、前記アウターリード6を形成する際の打ち抜きのリードピッチ加工限界値（プレス加工限界値）よりも小さくなっている。これは、後述するが、半導体装置を製造する際使用するリードフレームのインナーリード部分が薄板部に形成されることによって可能となる。

【0034】この結果、本実施例の半導体装置は、アウターリードのリードピッチをアウターリードの板厚にすることはできるとともに、パッケージ内部のインナーリードでは、アウターリードのリードピッチよりもさらに小さなリードピッチにすることができる。したがって、多ピン化によってインナーリードが引き回されても、インナーリード部分のパターンの微細化が図れることから、アウターリードのリードピッチの狭小化が達成できる。

【0035】また、インナーリードのリードピッチの狭小化が可能となることから、半導体チップの電極間隔の狭小化も可能となる。

【0036】つぎに、本発明の半導体装置の製造に用いるリードフレームおよびその製造方法について説明する。図3は本発明の一実施例であるリードフレームの平面図、図4は同じくリードフレームの製造において薄板部を形成したリードフレーム素材の平面図、図5は同じくインナーリードを形成したリードフレーム素材の平面図である。

【0037】リードフレーム15は、厚さ0.15～0.1mm程度の鉄-ニッケル合金板あるいは銅合金板をプレスによって所望パターンに打ち抜いた形状となっている。リードフレーム15は、図3に示すように、一対の平行に延在する外枠16と、この一対の外枠16を連結し外枠16に直交する方向に延在する一対の内枠17とによって形成される枠構造となっている。

【0038】また、前記枠の中央には矩形状の支持板（タブ）4が配置されているとともに、この支持板4は枠の隅部の太幅部18から斜めに延在するタブ吊りリード19によって支持されている。また、前記内枠17および外枠16から前記支持板4に向かって複数のリード2が延在している。また、相互に平行に延在するリード部分において、各リード2はダム20によって連結されている。このダム20は、前記内枠17または外枠16に平行に配置されるとともに、前記太幅部18に連結されている。また、図示はしないが、前記外枠16には、リードフレームの搬送や位置決めに使用するガイド孔が設けられている。

【0039】このようなリードフレーム15は、チップボンディング、ワイヤボンディングがなされた後、トランスファモールドによって封止されてパッケージが形成される。トランスファモールドによるモールド領域21を、図3において二点鎖線枠で示す。モールド領域21内に入るリード部分をインナーリード5と称し、モールド領域21から突出するリード部分をアウターリード6と称する。

【0040】一方、これが本発明の特徴の一つであるが、前記二点鎖線枠で示されるモールド領域21の内側の一点鎖線枠内の部分の板厚は、一点鎖線枠の外側の部分の板厚よりも薄い薄板部8となっている。したがって、一点鎖線枠の外側のリード部分、外枠16、内枠17、ダム20は厚板部9となる。前記薄板部8は、たとえば、厚板部9の板厚のおよそ50～60%またはそれ以下となる。

【0041】したがって、薄板部8で形成されるインナーリード5の内端のリードピッチaは、厚板部9で形成されるアウターリード6のリードピッチbよりも大幅に小さくできる。

【0042】なお、リードフレーム15は、図では、説明の便宜上リード2の数を大幅に少なくしてあるが、実際には百数十～二百数十と多い。

【0043】つぎに、本実施例のリードフレーム15の製造について説明する。最初に厚さ0.15～0.1mm程度の薄い鉄-ニッケル合金板あるいは銅合金板からなる細長のリードフレーム素材25が用意される。

【0044】つぎに、図4に示すように、プレスによって中央部分が一定間隔で押し潰され（叩かれ）て、矩形状に薄板部8が形成される。図4において二点鎖線で区切られる矩形部分が、単一のリードフレームとなる。したがって、薄板部8の外側の部分を厚板部9と称する。薄板部8は、たとえば、厚板部9の板厚のおよそ50～60%またはそれ以下となる。

【0045】つぎに、図5に示すように、一点鎖線枠で囲まれる薄板部8に対してプレスによって打ち抜き、インナーリード5となる部分を形成する。この際、薄板部8は薄いことから、インナーリード5のリードピッチの

10

20

30

40

50

狭ピッチ化（インナーリードの微細化）が達成できる。

【0046】つぎに、厚板部9の打ち抜きを行って、図3に示すようなアウターリード6を形成する。この際、打ち抜きは薄板部8の一部（外端）部分をも打ち抜き、インナーリード5からアウターリード6に繋がるリード2を形成することになる。

【0047】厚板部9の打ち抜きは、たとえば、厚板部9の板厚のプレス加工最小限界となるようにする。これにより、厚板部9におけるアウターリード6のリードピッチbは、厚板部9の板厚における最小値とすることが可能となる。

【0048】プレスによる打ち抜きの加工寸法は、金属板を打ち抜くスロットの幅で決まる。したがって、リードフレーム素材の板厚が薄くなる程スロット幅は狭くでき、リードピッチやリードパターンは微細となる。この結果、本実施例のリードフレームによれば、薄板部8に形成するインナーリード5のリードピッチa（リードパターン）は、厚板部9に形成するアウターリード6のリードピッチbよりも十分狭くなり、リードピッチの狭小化、多ピン化に対応できるようになる。

【0049】このことは、機械強度面で使用限界に近い薄い厚さのリードフレームであっても、本発明のリードフレーム構造によれば、インナーリード内端部分でのリードピッチは、実質的にさらに薄いリードフレームを用いたと同様の狭ピッチ化をインナーリード部分で実現できることになる。

【0050】つぎに、応力歪み（特にインナーリード部）の除去のため、必要に応じて熱処理を実施する。熱処理は、たとえば、ヒータを局所（インナーリード部分）に接近させて加熱することによって行う。また、全体の加熱でも良い。

【0051】つぎに、このようなリードフレームを用いて半導体装置を製造（組立）する方法について説明する。最初に図3に示すリードフレーム15を用意する。その後、図6に示すように、支持板4上に半導体チップ3を固定する。

【0052】つぎに、半導体チップ3の図示しない電極とインナーリード5の内端部分を常用のワイヤボンディング装置によって電氣的に接続する。

【0053】つぎに、図7に示すように、組立が終了したリードフレーム15を、トランスファモールド装置の金型30に型締めして封止を行う。前記金型30は、下型31と、上型32とからなり、それぞれのパーティング面に窪んだキャビティ33、34を有している。上・下型32、31の型締めによって形成されたモールド空間35に、ゲート36から溶けたレジンを圧入してトランスファモールドを行う。この際、薄板部8は前記モールド空間35内に入り、下型31や上型32のパーティング面には接触しないことから、金型30は従来使用しているものをそのまま使用することができる。これは、

後述する不要リードフレーム部分を切断除去する切断型やリードを成形する成型型でも同様に従来使用しているものを使用できる。

【0054】つぎに、リードフレーム15を金型30から取り出し、切断型でリードフレーム15のダム20を切断除去する。

【0055】つぎに、成型型でリード2を切断するとともに、リード2の成形を行う。本実施例ではリード2はガルウィング型に成形される。これにより、図1に示す半導体装置が製造される。

【0056】本実施例の半導体装置は、インナーリード部分の板厚がアウターリードの板厚に比較して薄く形成されていることから、インナーリードのリードピッチがアウターリードのリードピッチよりも小さくなっている。したがって、インナーリードパターンの微細化が可能となり、多ピン化が達成できる。

【0057】本実施例の半導体装置は、インナーリードパターンがアウターリードパターンに比較して微細化できることから、アウターリードおよびインナーリードのリードピッチの狭小化が可能となる。

【0058】本実施例の半導体装置は、インナーリード部分の板厚がアウターリードの板厚に比較して薄く形成されているが、アウターリードはパッケージのつけ根部分をも含めて厚く機械強度的に強く、折れや曲がり起き難い構造となっている。

【0059】本実施例のリードフレームは、インナーリード形成部分は板厚が薄くなっていることから、アウターリードのリードピッチに比較してリードピッチを小さくすることができる。したがって、多ピン化、リードピッチ狭小化に対応した半導体装置製造用のリードフレームとして好適となる。

【0060】本実施例のリードフレームの製造方法によれば、リードフレーム素材の一部を押し潰しによって薄板化した後、薄板部と厚板部を別々に打ち抜くため、薄板部ではリードピッチが小さくできる微細化が可能となる。このため、実質的により薄いリードフレームを用いたと同様にアウターリードおよびインナーリードのリードピッチの狭小化および多ピン化を図ることができる。

【0061】以上本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない、たとえば、前記薄板部は、プレスによる押し潰し（叩き）によって形成したが、エッチングによって形成しても良い。この場合、薄板部に歪みは発生しないことから、薄板部形成後の熱処理加工は不要となる。

【0062】また、前記実施例では、インナーリードの薄板化は、リードフレーム上面の叩ききによって形成したが、下面を叩き、リード全体として上面が同一面とするようにしても良い。

【0063】以上の説明では主として本発明者によってなされた発明をその背景となった利用分野であるガルウイング型の半導体装置の製造技術に適用した場合について説明したが、それに限定されるものではなく、たとえば、LOC（リード・オン・チップ）構造の半導体装置の製造技術などに適用できる。

【0064】本発明は少なくとも半導体装置の製造技術には適用できる。

【0065】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

【0066】（１）インナーリードのリードピッチは、アウターリードでは形成できない狭いリードピッチとなっていることから、リード数を多くしてもインナーリードは狭ピッチ化できるため、アウターリードも最小値のリードピッチとすることができ、半導体装置の多ピン、リード狭ピッチ化が達成できる。

【0067】（２）狭ピッチ化によってインナーリードの内端を薄くしても、前記パッケージ内のインナーリードの外端側は厚板部となっていることから、パッケージから突出するアウターリードの機械的強度が高くなる。

【0068】（３）インナーリードのリードピッチは、アウターリードでは形成できない狭いリードピッチとなっていることから、リード数を多くしてもインナーリードは狭ピッチ化できるため、アウターリードも最小値のリードピッチとすることができる。したがって、多ピン化、リード狭ピッチ化を目的とするリードフレームとなる。

【0069】（４）リードフレームにおいてインナーリードのリードピッチ、パターンの微細化を図っても、外枠、内枠、ダムおよびアウターリード部分は、従来使用している板厚であることから、半導体装置の製造において各工程での治具が使用でき、製造コストの低減が図れる。

【0070】（５）インナーリードのリードピッチ、パターンの微細化を図るにしても、従来使用されている汎用性の高いリードフレーム素材の使用が可能となり、半*

* 導体装置の製造コストの低減が達成できる。

【0071】（６）インナーリードのリードピッチ、パターンの微細化を図っても、リードフレームのアウターリードおよび枠部分は厚いため、リードフレームの機械的強度は高く取扱性に難がない。

【0072】（７）金属板のインナーリード形成部分を押し潰して薄板部とした後インナーリードを形成するため、素材のままでは厚くて打ち抜くことができないスロット幅でインナーリードを形成でき、リードピッチの狭小化および多ピン化に適用できるリードフレームを製造できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施例である半導体装置の断面図である。

【図２】本実施例の半導体装置の一部の平面的説明図である。

【図３】本発明の一実施例であるリードフレームの概略構成を示す平面図である。

【図４】本実施例のリードフレームの製造において薄板部を形成したリードフレーム素材の平面図である。

【図５】本実施例のリードフレームの製造においてインナーリードを形成したリードフレーム素材の平面図である。

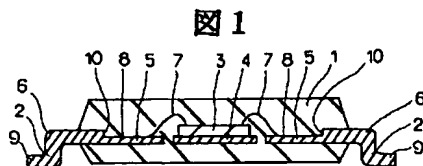
【図６】本実施例の半導体装置の製造においてワイヤボンディングが終了したリードフレームを示す断面図である。

【図７】本実施例の半導体装置の製造におけるトランスファモールド状態を示す断面図である。

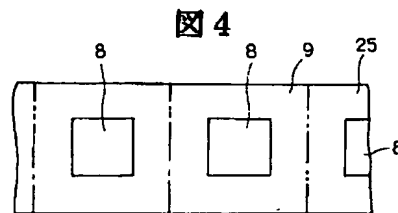
【符号の説明】

1…パッケージ、2…リード、3…半導体チップ、4…支持板、5…インナーリード、6…アウターリード、7…ワイヤ、8…薄板部、9…厚板部、10…段差、15…リードフレーム、16…外枠、17…内枠、18…太幅部、19…タブ吊りリード、20…ダム、21…モールド領域、25…リードフレーム素材、30…金型、31…下型、32…上型、33、34…キャビティ、35…モールド空間、36…ゲート。

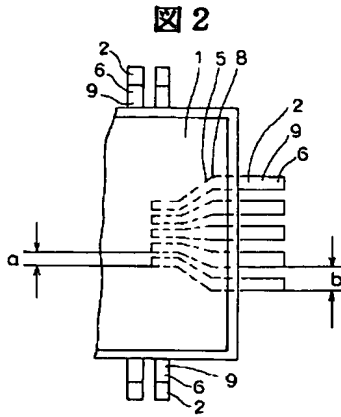
【図１】



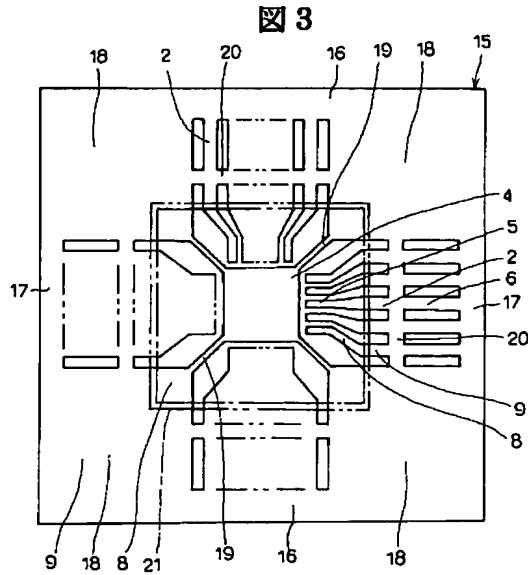
【図４】



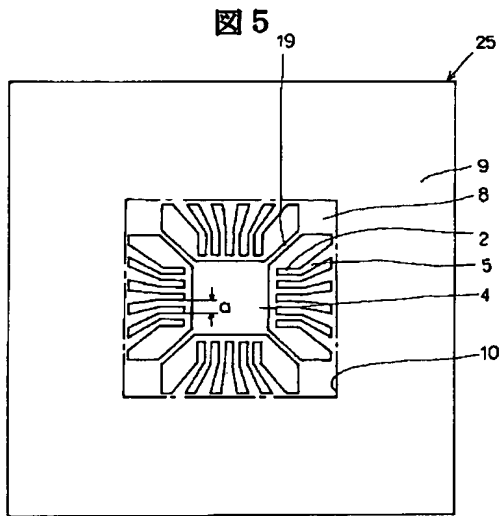
【図2】



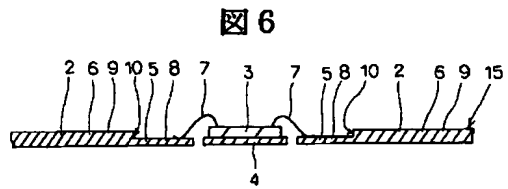
【図3】



【図5】



【図6】



【図7】

